HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	下水道高度処理施設設計指針改訂の考え方
Author(s)	高橋, 正宏; 小越, 真佐司; 鈴木, 譲
Description	第1回衛生工学シンポジウム（平成5年11月17日（水）-18日（木） 北海道大学学術交流会館） . 7 計画、展望 . 7-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 1, 258-262
Issue Date	1993-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7461
Type	departmental bulletin paper
File Information	1-7-2_p258-262.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

7－2

下水道高度処理施設設計指針改訂の考え方

建設省土木研究所下水道部三次処理研究室
室長　　高橋正宏
主任研究員　小越真佐司
主任研究員　鈴木譲

1．はじめに

下水道の普及率は平成５年度末には全国ベースでほぼ５０％に達するとみられ、大都市部においては、１００％の普及がほぼ達成されようとしている。高普及率時代を迎える下水道は、便所の水洗化といった身近な問題の解決に加え、都市環境、流域環境といった広い範囲の環境改善に相応の責務を果たすこととなろう。下水道の今後の目標は、合流式下水道越流水による負荷の削減と、下水の高度処理が主流となる。高度処理に関しては、本年度、海域にかかわる窒素、りんの排水規制が導入されることもあり、地域の実状にあった栄養塩類の負荷削減計画の実施が目前に迫っていると考えられる。このため流入水、処理目標水質の違いや、処理場の敷地、立地条件といった種々の特性に、柔軟に対応できる高度処理施設の設計手法が求められることとなろう。

下水道施設の設計は、「下水道施設設計指針と解説　日本下水道協会」を基本的な根拠として通常行われているが、高度処理施設については同書に詳細な記述がなく、建設省・高度処理会議で刊行しているマニュアル[1)]や設計資料[2) 3) 4)]を参考としている。これらは昭和５７年から平成２年にかけて、逐次刊行されたものであるが、当時は高度処理施設の実績も少なく、処理の原理についての理解も現在とは若干異なった立場にあったため、最新の知見を盛り込んだ改訂作業を平成３年度に着手し、本平成５年度、新たに「高度処理施設設計資料」として刊行するはこびとなった。

2．高度処理施設設計・運転の実績

以前のマニュアルや設計資料（以下、前資料）をもとに設計・運転されている高度処理施設は、平成５年度現在４０箇所を越えており、東京都落合処理場、茨城県霞ヶ浦浄化センター、滋賀県湖南中部浄化センターなど、流域の水質保全のため基幹的役割をはたしている処理場も多い。高度処理会議ではこれらの処理場の実績をアンケート調査で把握した。調査結果の概要については別途発表する予定であり、ここでは結果のうち特徴的なことを指摘するにとどめるとする。

（１）急速ろ過法：

前資料ではろ過池の処理性能を予測することの困難さを指摘し、計画流入水質を実態を勘案して設定するか、それが不明な場合にはＢＯＤ、ＳＳとも20mg/lとする、処理水質は懸濁物質の性状によるとしている。今回の調査では、施設の設計時には20mg/l前後として設定しているところが大部分であったが、運転時の実態は８０％以上が10mg/l未満の流入ＳＳ濃度であった。処理水のＳＳは3mg/l未満が８０％近くあり、流入水質、処理水質とも前指針より低い数値となっている。

（２）凝集剤添加活性汚泥法：

本法の問題点として凝集剤の添加による余剰汚泥量の増加が挙げられる。アンケートの結果、基本的には前資料通りの設計・運転がなされているが、最終沈殿池の後ろに急速ろ過がある場

合がほとんどであるためか、凝集剤の添加量が前指針の推奨値以下でも規制値が十分クリアできており、結果的に余剰汚泥の増加量は予想以下となっている。

（３）生物学的窒素・りん除去法：

前資料には嫌気一好気法によるりん除去や、硝化脱窒法と凝集剤添加法の組み合わせなどが取り上げられていないが、これらの実績もかなりあった。硝化脱窒反応槽の設計は、単位汚泥当たりの硝化速度定数、脱窒速度定数と最低予想水温の関係から求めていたが、今回の調査によるとこれらの速度と水温のあいだに、明確な相関関係は認められなかった。

３．改訂の考え方

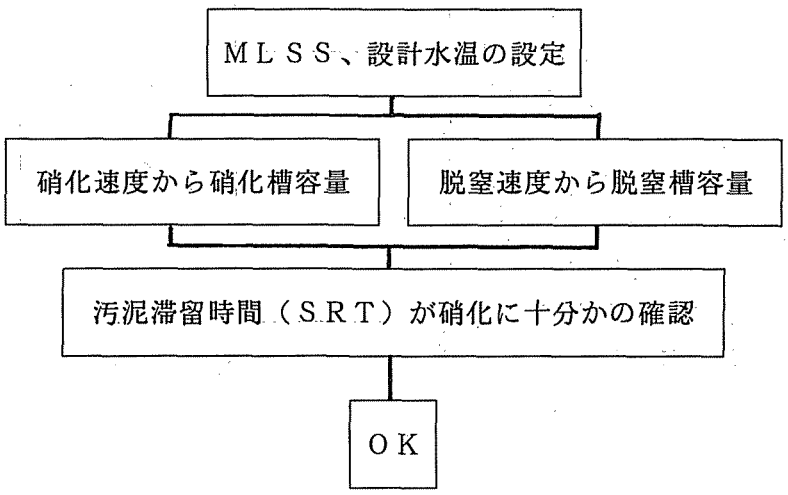
アンケート結果より、改訂の大きなポイントは、生物脱りんの取り込みと、硝化脱窒反応槽の設計方法の見直しであることが明かとなった。このうち前者については、新しく処理法を採録するものであり、生物脱りんが従来の設計の考え方にうまく整合する現象であるかどうかが大きな問題であった。つまり、生物脱りんが細菌によるりんの吐き出しと過剰摂取という微妙な生物学的条件の制御を必要とするため、従来のように反応槽の滞留時間、ＢＯＤやりんの負荷量、汚泥滞留時間などの工学的な指標で設計できるかどうかについては、疑問があった。

後者については、前指針がパイロットプラントや実施設で多くのデータを集めたにも係わらず、その解析の手法に問題があったために合理性に欠ける設計手法となっていたものである。今回は、硝化に関する動力学的検討の成果もふまえつつ、実際の設計作業に容易に用いることができる設計法を提案した。

本稿では後者について、検討結果を述べるものとする。

４．硝化脱窒槽の設計

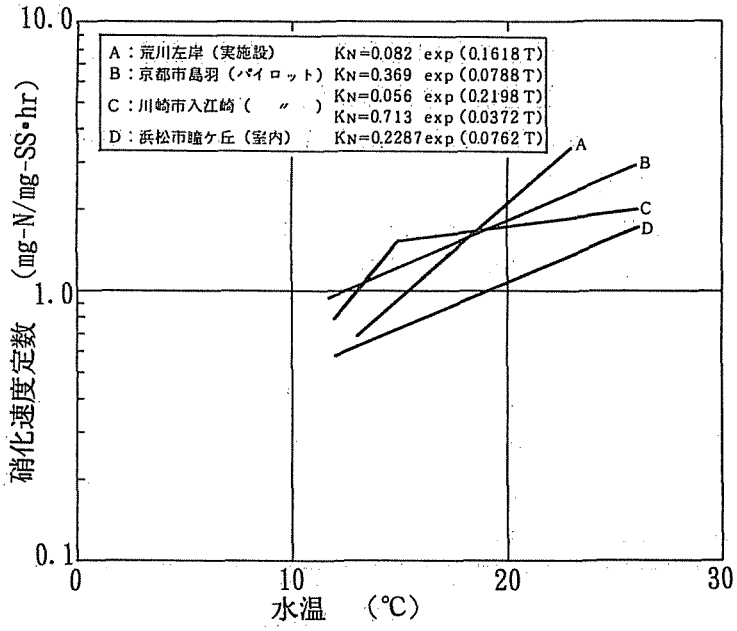
前資料での設計法を簡単にまとめると以下の通りである。



図－１　前資料の反応槽容量の決定法

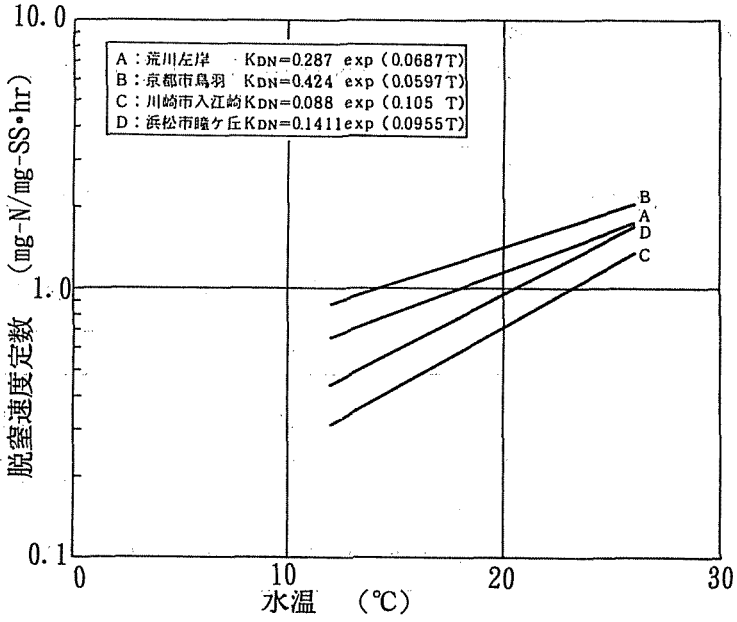
本設計法においては、硝化速度定数、脱窒速度定数が槽容量を決定する重要な因子であるが、硝化速度等は図－２、３に示すように処理場によって非常にばらつきが大きく、設計時にはどうしても安全側のデータから速度を決定することとなる。施設の設計に当たって、根拠となるデータがバラつくのは、解析に当たって考慮されていない因子の影響であろうと考えられる。たとえば、図－２の場合は反応槽の溶存酸素濃度、ｐＨ、硝化阻害物質の違い、単位汚泥に含

まれる硝化細菌量の違いなどが重要な重要な因子と考えられる。溶存酸素濃度は維持管理によって有る程度制御できる項目であり、ｐＨ、阻害物質については流入水の性状によるが、一般的な設計に当たっては代表的な都市下水の性状を考えればよいため、ここでは考慮しなくてもよいと考えられる。とすると、単位汚泥当たりの硝化細菌量が異なる可能性のあるデータを用いることが、ここでは問題となろう。硝化細菌量を決める最大の因子は、菌が利用できる基質がどのくらいあるかということであり、これはケルダール性窒素（Ｋ－Ｎ）の負荷量に相当する。



図－２　前資料による水温と硝化速度定数の関係

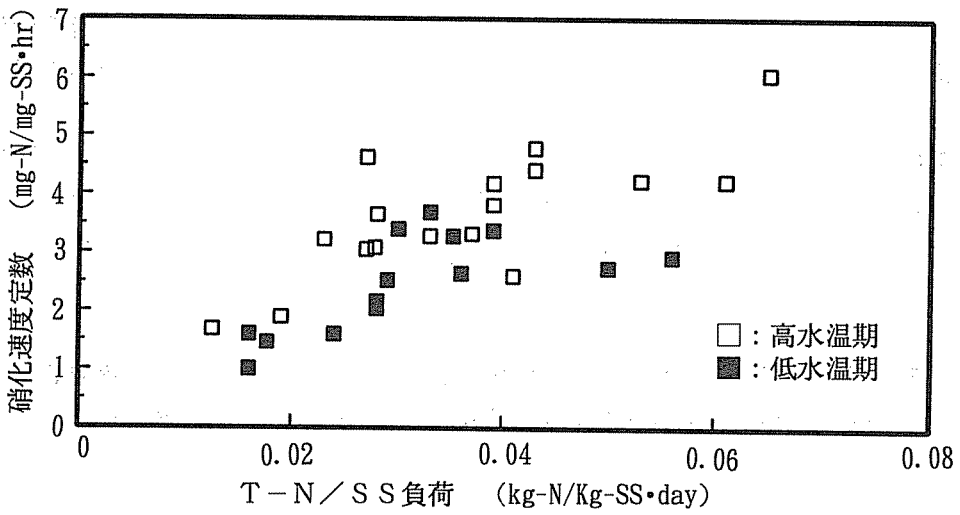
高度処理会議では、全国的に実験条件を揃えた上で、硝化速度定数とＫ－Ｎ／ＳＳ負荷の関係を求めることとした。その結果、低水温期、高水温期ともほぼ満足できる関係を得ることができた（図－４）。同じデータを水温と硝化速度定数の関係でまとめたものが図－５であるが、図－４とくらべ、水温は定数に敏感に応答していないことがわかる。



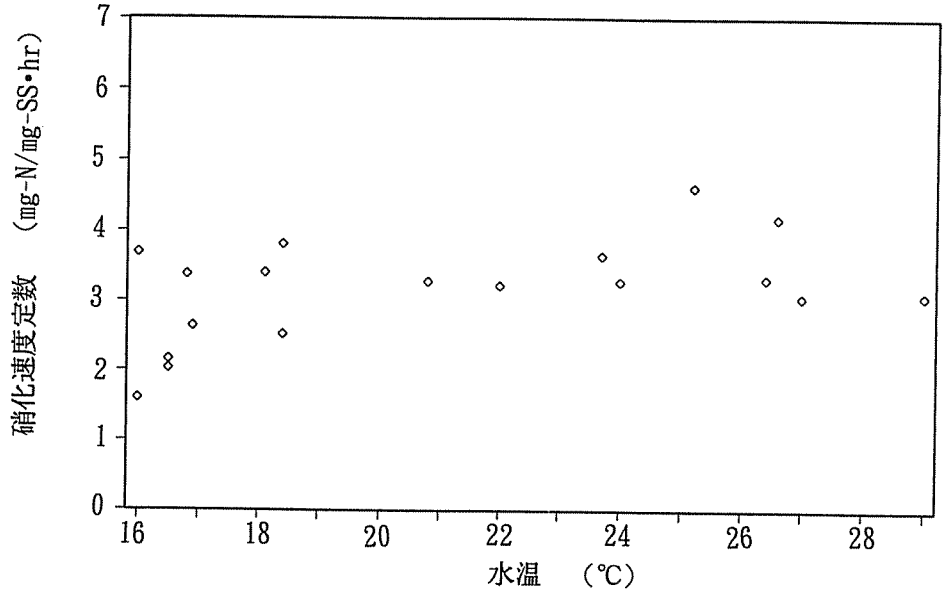
図－３　前資料による水温と脱窒速度定数の関係

硝化速度定数がＫ－Ｎ／ＳＳ負荷に比例するというデータが得られた処理場は、ＳＲＴが硝化菌の増殖に必要な値よりも十分大きな処理場である。実際の下水処理場における硝化に必要なＳＲＴと水温の関係は、現在データの整理中であるが、概念的には図－６に示すようになる。ＳＲＴが十分長ければ、硝化速度定数がＫ－Ｎ／ＳＳ負荷に依存することは、先の図－４から明かであり、図－２で処理場毎に硝化速度定数が異なったのは、おもにＫ－Ｎ／ＳＳ負荷の違いによると考えられる。

今回の改訂では、ＳＲＴ（硝化細菌は好気状態でのみ増殖すると考えられるため、正確には好気状態のＳＲＴ：Ａ－ＳＲＴ）が設計水温において図－６に示す線以上確保されれば、完全に硝化するとし、硝化速度定数については触れないこととした。Ａ－ＳＲＴは設定したＭＬＳＳ、流入水のＳＳと溶解性ＢＯＤ、好気槽のＨＲＴから求めることができ、逆にＡ－ＳＲＴを



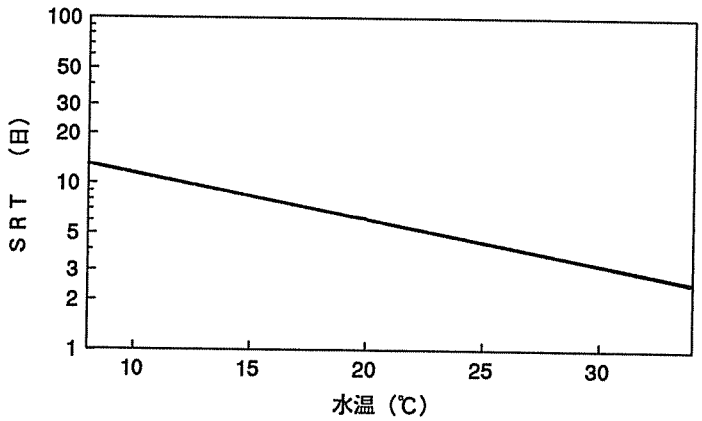
図－4　T－N／SS負荷と硝化速度定数の関係



図－5　今回調査による水温と硝化速度定数の関係

設定すると好気槽ＨＲＴを求めることができる。

脱窒速度定数（図－３）のバラつきにも、硝化速度定数と同様のことがいえる。脱窒速度に大きく影響するのは基質となる有機物の負荷であり、ＢＯＤ／ＳＳ負荷で代表させることができるが、詳細は別稿にゆずることとする。



図－6　水温と完全硝化可能な領域　概念図
（直線の上部が硝化可能領域）

４．おわりに

施設の設計はできるだけ簡単な方法で計算できることが望ましいが、計算手法の決定に当たってはその時点で判

明している合理的な原理に、できるだけ矛盾しない方法を採るべきである。活性汚泥法や生物膜法は従来の設計では、硝化速度定数、ＢＯＤ／ＳＳ負荷などの総括的な指標で設計されており、ブラックボックスとして扱われてきた。一方、最近はこれらの処理法の動力学モデル化も広く行われており、これらは係数が最適化された場合には非常にうまく現象を説明できるようになっている。今回の改訂はブラックボックスとモデルの間を、できるだけ矛盾無く、煩雑に陥ること無く繋げることを意図している。

参考文献

１）（社）日本下水道協会、下水２次処理水の急速ろ過設計マニュアル、昭和５７年
２）建設省・高度処理会議、りん・窒素除去法設計資料Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ、昭和６１年
３）同、同Ⅳ、昭和６２年
４）同、同Ⅴ、平成２年